

ORBITAL : JURNAL PENDIDIKAN KIMIA

Website : jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/orbital

ISSN 2580-1856 (print) ISSN 2598-0858 (online)

POTENSI PENDIDIKAN STEM UNTUK MEMBANGUN *VIEW NATURE OF SAINS AND TECHNOLOGY* (VNST) CALON GURU KIMIA

Devi P Sudrajat

Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

E-mail: devipratiwisudrajat@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received April 2020

Revised form Mei 2020

Accepted June 2020

Published online June 2020

Abstract : The aim of study is to examine the educational potential of STEM to build the capabilities of View Nature of Science and Technology (VNST) pre service chemistry teachers. The development of 21st century education is marked by the rapid development of technology, so that a relevant understanding of science and technology is needed so that demands on the outcomes of science education are increasing. Science education is expected to be a means to prepare a generation that is more ready and responsible for global competitiveness competition called view nature of science and technology (VNST) preservice chemistry teachers, in an effort to overcome the problem of low mastery of Indonesian students' scientific literacy as revealed in the study PISA (Program for International Student Assessment) from 2000-2018. Guiding the mindset of pre service teachers like scientists and engineers, so it is expected that students as prospective chemistry teachers can have the correct NOST view and be trained to follow the increasingly advanced global education flow, have the provision to educate students to be able to become a generation that can better face the demands and challenges of the times. The method of writing this article is a descriptive study that uses data and analysis techniques through a literature review of various research articles and the results of previous research researchers. It is recommended to conduct further research in implementing STEM education in university level especially for pre service science/chemistry teachers.

Keywords : pre service chemistry teacher, STEM education, view nature of science and technology

Abstrak : Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji potensi pendidikan STEM untuk membangun kemampuan *View Nature of Science and Technology* (VNST) calon guru kimia. Perkembangan pendidikan abad-21 ditandai dengan perkembangan teknologi yang pesat, sehingga diperlukan pemahaman yang relevan terhadap sains dan teknologi menyebabkan meningkatnya tuntutan terhadap hasil dari pendidikan sains. Pendidikan sains diharapkan dapat menjadi sarana untuk menyiapkan generasi yang lebih siap dan bertanggung jawab terhadap persaingan kompetensi global yang disebut *view nature of science and technology* (VNST) calon guru kimia, sebagai upaya untuk mengatasi masalah rendahnya penguasaan literasi sains siswa Indonesia seperti yang terungkap pada studi PISA (*Programme for International Student Assessment*) sejak tahun 2000-2018. Menuntun pola pikir calon guru layaknya ilmuwan dan insinyur, sehingga diharapkan mahasiswa sebagai calon guru kimia dapat memiliki pandangan NOST yang benar dan terlatih mengikuti arus pendidikan global yang semakin maju, memiliki bekal mendidik siswa untuk dapat menjadi generasi yang lebih bisa menghadapi tuntutan dan tantangan zaman. Metode penulisan artikel ini merupakan studi deskriptif yang mempergunakan data serta teknik analisa melalui kajian pustaka dari berbagai artikel hasil penelitian serta hasil penelitian peneliti sebelumnya. Direkomendasikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam mengimplementasikan pendidikan STEM di lingkungan perguruan tinggi khususnya bagi para calon guru sains/kimia.

Kata Kunci : calon guru kimia, pendidikan STEM, *view nature of science and technology*

PENDAHULUAN

Saat ini pendidikan merupakan kunci yang sangat penting dalam pembinaan sumber daya manusia untuk dapat bersaing dengan negara lain dalam hal perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pendidikan abad-21 ditandai dengan perkembangan sains dan teknologi yang pesat, sehingga diperlukan pemahaman yang sesuai terhadap sains dan teknologi. Kemampuan memahami sains dan teknologi, serta penggunaan ilmu sains untuk memecahkan masalah merupakan bagian dari literasi sains (Holbrook & Rannikmae, 2009). Menurut OECD (2019) literasi sains merupakan kemampuan untuk tertarik pada topik-topik sains dan ide-ide sains sehingga dapat menjelaskan suatu fenomena secara ilmiah dengan mengevaluasi dan mendesain metode ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah.

Evaluasi ketercapaian pendidikan merupakan suatu hal yang penting, untuk mengukur keberhasilan dari aspek literasi sains Indonesia mengikuti program evaluasi pendidikan untuk melihat sejauh mana program pendidikan di negara kita berkembang dibanding negara-negara lain di dunia. Indonesia terlibat dalam *Program for International Student Assessment* (PISA). PISA merupakan

sistem ujian yang digagas oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD), dengan tujuan untuk melakukan evaluasi pada sistem pendidikan dari berbagai negara di seluruh dunia. Setiap tiga tahun, siswa berusia 15 tahun dipilih secara acak, untuk mengikuti tes dari tiga kompetensi dasar yaitu membaca, matematika dan literasi sains. PISA mengukur apa yang diketahui siswa dan apa yang dapat dia lakukan (aplikasi) dengan pengetahuannya.

Penguasaan literasi sains siswa Indonesia tahun 2000-2018 selalu berada pada tingkatan rendah (Mudzakir, Hernani, Widhiyanti, & Sudrajat, 2018). Hasil evaluasi dari PISA tersebut perlu dipandang sebagai suatu permasalahan serius dan dicarikan jalan pemecahan dengan baik dan komprehensif untuk meningkatkan literasi sains siswa Indonesia. Menurut Firman (2007) rendahnya tingkat literasi sains siswa Indonesia diduga karena konten kurikulum (kegiatan pembelajaran dan bahan ajar), proses pembelajaran, dan asesmen yang dilakukan tidak mendukung pencapaian literasi sains di Indonesia, sehingga peserta didik dan guru kurang mampu menghubungkan konten dan konteks yang ada dalam kehidupan sehari-hari serta kaitannya dengan kemajuan teknologi. Selain itu guru akan menemukan kesulitan untuk membantu peserta didik untuk memiliki keterampilan literasi sains yang baik jika guru sendiri kurang memahami hakikat sains dan teknologi itu sendiri (Kusuma, Mudzakir, & Widhiyanti, 2019)

Pemahaman literasi sains yang dapat mengantarkan peserta didik memenuhi kemampuan abad 21, sebelumnya guru atau calon guru perlu dibekali dengan berbagai keterampilan abad 21, yang meliputi kemampuan berpikir (*ways of thinking*), kemampuan bagaimana harus bekerja (*ways of working*), kemampuan menggunakan alat untuk bekerja (*tools for working*), dan kemampuan menjalani kehidupan (*skills for living in the world*) dalam mempelajari sains (DiCerbo, 2014). Guru yang melek sains akan selalu mencurahkan perhatian pada perdebatan logis mengenai sains dan teknologi yang membutuhkan kompetensi untuk menjelaskan sebuah fenomena secara ilmiah, mengevaluasi, dan merancang pertanyaan-pertanyaan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah pula karena bagaimana pun guru menjadi salah satu bagian terbesar sebagai penentu keberhasilan dalam proses dan hasil dari pembelajaran. Namun demikian pemahaman terhadap literasi sains tidak cukup hanya pada pengetahuan tentang konsep-konsep umum sains tetapi juga perlu diintegrasikan tentang teknologi serta pemahaman terhadap hakikat sains dan teknologi yang bisa disebut dengan *view of nature of science and technology* (VNST) (Bybee dkk, 1989; Gardner, 1999; Holbrook & Rannikmae, 2009; Tairab, 2001).

Pada saat ini sains dan teknologi sudah sangat tidak dapat dipisahkan penguasaan terhadap *nature of science* (NOS) dan *nature of technology* (NOT) menjadi sangat penting, namun keduanya sangat sulit untuk diajarkan karena keduanya yang bersifat abstrak (Fernandes, Rodrigues & Ferreira, 2017). Dalam beberapa pendapat para ahli terkait pendidikan sains sepakat bahwa, untuk dapat menyampaikan sains secara utuh dan benar, seorang guru sains harus memiliki pandangan yang tepat terhadap sains itu sendiri, atau dalam kasus ini pandangan yang benar bagi sains dan teknologi yang dikenal dengan istilah VNST (Tairab, 2001).

Kimia merupakan bagian dari sains, dimana kimia secara khusus

mempelajari materi di alam dapat ditransformasikan dari struktur dengan sifat-sifat tertentu menjadi struktur yang berbeda dari aslinya. Kimia tentu tidak lepas dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus mengalami kemajuan dan perkembangan. Salah satu aspek yang harus dimiliki peserta didik dalam kemampuan literasi kimia adalah menggunakan pengetahuan kimia harian mereka, sebagai konsumen produk teknologi baru, dan berpartisipasi dalam debat masalah sosial terkait dengan kimia (Sudrajat, Mudzakir, & Hernani, 2017).

Kemampuan guru kimia untuk mengajar sains akan sangat dipengaruhi oleh pemahaman guru tentang sifat sains (NOS). Pentingnya memahami sifat sains memiliki beberapa konsekuensi dalam persiapan calon guru kimia. Proses persiapan menjadi guru kimia tidak hanya harus fokus pada penguasaan konsep-konsep ilmiah tetapi juga harus melibatkan pandangan filosofis sains dan epistemologi konsep sains dan aplikasinya dalam teknologi (Mudzakir, Hernani, Widhiyanti, & Sudrajat, 2017). Mengenai ilmu epistemologi, teknologi muncul sebagai implementasi dari hukum dan konsep sains. Menurut Rampal dalam Tairab (2001), pemahaman tentang sifat sains dan teknologi (Pandangan Alam Sains dan Teknologi, VNOST) akan mempengaruhi bagaimana guru menyampaikan konsep ilmiah kepada siswa. Ini juga akan mempengaruhi minat dan motivasi siswa dalam belajar sains.

Proses pembelajaran di Indonesia perlu diadakan revolusi yang tadinya masih mengedepankan dimensi hapalan menjadi dimensi proses/kompetensi (ketrampilan berpikir) dan konteks aplikasi sains (seperti teknologi yang menerapkan prinsip-prinsip sains), untuk itu dibutuhkan pendekatan-pendekatan pembelajaran yang memposisikan siswa belajar, aktif, kreatif, dan inovatif perlu dilatihkan kepada calon guru agar nantinya dapat ditransformasikan kepada siswa ketika melakukan pembelajaran di sekolah.

Aplikasi sains tidak akan terlepas dari produk teknologi atau pun sebaliknya sains dapat ditemukan dalam produk teknologi. *Science technology engineering and mathematics* (STEM) *education* saat ini menjadi alternatif pembelajaran sains yang berpotensi membangun generasi yang mampu menghadapi tantangan abad-21 (Permanasari, 2016; Sanders, 2009; Triana, Anggraito, & Ridlo, 2019). Pelatihan dengan pendekatan STEM menawarkan wawasan program pengembangan profesional berbasis universitas sehingga dapat mendukung pendidikan menengah mengimplementasikan pembelajaran abad-21 berbasis masalah interdisipliner di sekolah (Asghar, Ellington, Rice, Johnson & Prime, 2012).

Proses pembelajaran menggunakan pendidikan STEM berpotensi menuntun pola pikir guru dan peserta layaknya insinyur dan ilmuwan berpikir, sehingga diharapkan mahasiswa sebagai calon guru kimia dapat memiliki pandangan NOST yang benar dan terlatih mengikuti arus pendidikan global yang semakin maju memiliki bekal mendidik siswa untuk dapat menjadi generasi yang lebih bisa menghadapi tuntutan dan tantangan zaman. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji potensi pendidikan STEM untuk membangun kemampuan *View Nature of Science and Technology* calon guru kimia.

METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini merupakan studi deskriptif yang mempergunakan data serta teknik analisa melalui kajian pustaka dari berbagai artikel hasil penelitian serta hasil penelitian peneliti sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

View Nature of Sains and Technology

PISA menetapkan tiga aspek yang menjadi landasan pengukurannya yaitu konten sains, proses sains dan konteks aplikasi sains, sehingga selain diperlukan kemampuan pemahaman konten, juga diperlukan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi. Skor rata-rata literasi sains siswa Indonesia berdasarkan hasil studi PISA tahun 2000-2018 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Literasi Sains Indonesia pada PISA tahun 2000-2018

Tahun Studi	Skor Rata-rata Literasi Sains Siswa Indonesia	Skor Rata-rata Literasi Sains Siswa Internasional	Peringkat Literasi Sains Siswa Indonesia	Jumlah Negara Peserta
2000	393	532	38	41
2003	395	434	38	40
2006	393	499	50	57
2009	383	462	60	65
2012	382	501	64	65
2015	403	493	64	70
2018	396	489	70	78

(Kemendikbud, 2018)

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa kemampuan literasi sains siswa di Indonesia tergolong rendah. Menurut Permanasari (2016) rendahnya kualitas literasi sains dan pendidikan di Indonesia dapat ditinjau dari beberapa aspek yaitu rendahnya kualitas dan kuantitas sumber daya manusia (guru dan tenaga kependidikan), kualitas dan kuantitas sarana dan prasarana pendidikan, serta kualitas proses belajar-mengajar.

Pemerintah yang terus mencoba meningkatkan aspek sarana dan prasarana, aspek kualitas pendidik juga harus ditunjang dengan pembelajaran yang optimal seperti menggunakan strategi pembelajaran yang tepat baik dari pendekatan dan model yang mampu membuat siswa belajar, aktif, kreatif, dan inovatif perlu dilatihkan kepada guru dan calon guru.

Rendahnya nilai literasi sains siswa Indonesia seperti yang dilaporkan oleh studi PISA dari tahun 2000 sampai 2018 perlu mendapat perhatian guru-guru sains. Menurut Tairab (2001), kemampuan guru untuk mengajar sains akan sangat dipengaruhi oleh pemahaman guru terhadap sifat sains. Guru yang tidak mengerti

sifat sains akan mengalami kesulitan dalam menjelaskan konsep sains kepada siswa. Pentingnya memahami sifat sains memiliki beberapa konsekuensi dalam persiapan guru sains. Proses pengajaran guru sains seharusnya tidak hanya fokus pada penguasaan konsep ilmiah tapi juga harus melibatkan pandangan filosofis sains seperti epistemologi, histori, dan prosedural dalam konsep sains seperti yang dilakukan para ilmuwan.

Pengetahuan sains dapat digunakan dalam konteks yang lebih luas, sebagaimana diharapkan dalam konsep literasi sains, terdapat satu komponen dalam pendidikan sains yang sangat penting. Komponen ini merupakan gabungan aspek filosofis dan aspek sosial dari sains itu sendiri yang dikenal sebagai *Nature of Science* (NOS) (Clough, Olson, & Niedeshauser, 2013). Selain itu, seiring perkembangan zaman yang sangat pesat dimana penggunaan teknologi menjadi sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari masyarakat, kaitan aspek sosial dengan teknologi menjadi sesuatu yang tidak dapat ditinggalkan (Clough dkk., 2013; Postman, 1995). Dari sinilah kemudian muncul konsep *Nature of Technology* (NOT).

Sains dan teknologi punya tujuan yang berbeda. Sains bertujuan untuk menjelaskan fenomena alam sesuai dengan fakta, sedangkan teknologinya memiliki tujuan untuk mengembangkan alat atau perangkat yang bisa digunakan untuk membantu kehidupan manusia (Tala, 2009). Namun, terlepas dari perbedaan tujuan tersebut, sains dan teknologi tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Upaya untuk menjelaskan fenomena alam, sains perlu menggunakan produk teknologi seperti mikroskop, keseimbangan, dan komputer. Sementara itu, teknologinya membutuhkan konsep, hukum, dan teori yang merupakan produk sains untuk mengembangkan perangkat baru.

Konsep NOST ini dapat didefinisikan sebagai kajian mengenai bagaimana pengetahuan ilmiah disusun dan digunakan untuk menjelaskan fenomena pada suatu teknologi dan bagaimana teknologi tersebut mempengaruhi masyarakat dan sebaliknya (Tairab, 2001; Tala & Vestirenin 2015)

Pengembangan pengetahuan terhadap hakikat sains dan teknologi (NOST) memiliki beberapa pendekatan yang dapat digunakan. Pendekatan yang pertama adalah pendekatan implisit dengan menggunakan aktivitas inkuiri. Sementara itu, pendekatan yang kedua adalah pendekatan eksplisit, calon guru diberikan intruksional tentang hakikat sains dan teknologi (Abd-El-khalick & Lederman, 2000). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan eksplisit lebih efektif dalam mengembangkan pengetahuan hakikat sains dan teknologi, namun menurut Abd-El Khalick dan Laderman (2000) keefektifan ini bergantung pada aspek mana dari hakikat sains dan teknologi yang ingin dikembangkan.

Berdasarkan uraian pendekatan eksplisit di atas dapat diarahkan pada pendekatan pendidikan STEM yang berpotensi menuntun pola pikir guru dan pesertadidiklayaknya insinyur dan ilmuwan berpikir, sehingga diharapkan mahasiswa sebagai calon guru kimia dapat memiliki pandangan NOST yang benar untuk mencapai kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi terkait sains dan teknologi yang terus berkembang.

Pendidikan STEM

STEM *education* merupakan sebuah pendekatan yang mengintegrasikan *science* (kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran), *technology* (inovasi-inovasi untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia), *engineering* (pengetahuan dan keterampilan untuk mendesain dan mengkonstruksi peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan.), dan *mathematic* (Ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa bagi *technology*, *science*, *engineering*). Pendekatan ini menggunakan aplikasi dunia nyata yang didorong oleh pemecahan masalah, berpikir kritis, pengembangan ide dan solusi yang berpusat pada peserta didik. Pendidikan STEM bertujuan agar peserta didik mampu belajar menerapkan konten dan praktik dasar dari disiplin STEM untuk situasi yang mereka hadapi dalam kehidupan (Bybee, 2013).

Kata STEM digunakan sebagai slogan reformasi pendidikan di AS abad ke-21 untuk menghasilkan SDM (STEM-*workforce*) berkualitas bagi peningkatan daya saing bangsa. Selain AS Berbagai negara maju dan berkembang mengadopsi konsep pendidikan STEM seperti Jepang, Finlandia, Australia dan Singapura. Negara Malaysia yang bekerjasama dengan Amerika membiasakan pembelajaran STEM agar dapat bersaing dalam perekonomian abad-21 (Winarni, Zubaidah, & H, 2016). Di Indonesia, melalui kerja sama dengan USAID (*United States Agency for International Development*), mulai mencoba mengembangkan model pembelajaran berbasis STEM telah dikembangkan di beberapa sekolah selain itu beberapa perguruan tinggi di Indonesia mulai bertanggung jawab mengembangkan penelitian di bidang pendidikan STEM.

Menurut Bybee (2013) dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM :memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM;1) memahami karakteristik khusus disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, dan desain yang digagas manusia; 2) memiliki kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural, 3) memiliki keinginan untuk terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika.

Karakteristik dari pembelajaran STEM adalah adanya *Engineering Design Process* digunakan untuk mengintegrasikan sains, matematika dan teknologi yang merubah paradigma penemuan menjadi sesuatu yang lebih berinovasi. Berikut beberapa karakteristik dari pendidikan STEM yaitu: 1) *Engineering Design Process* digunakan untuk mengintegrasikan *Science*, *Mathematics* dan *Technology*; 2) Siswa fokus pada pemecahan masalah kehidupan nyata atau tantangan engineering; 3) Konten Matematika dan Sains berbasis standar, sesuai dengan level dan aplikatif; 4) Siswa secara regular bekerja dalam tim untuk

merencanakan, mendesain, membuat purwarupa atau produk kemudian menguji dan mengevaluasi serta merencanakan untuk berimprovisasi; 5) Siswa menggunakan pendekatan komunikasi bervariasi untuk mendeskripsikan tantangan dan menyajikan hasil; 6) Guru memfasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri, berpusat pada siswa dan fitur-fitur investigasi *hands-on*; 7) Kegagalan dianggap sebagai bagian alami dari proses desain dan langkah penting menuju pembuatan solusi yang sukses. Siswa dikenalkan karir STEM dan/atau aplikasi dalam kehidupan (Anne Jolly, 2017; Bybee, 2013).

Integrasi STEM dan *View Nature of Sains and Technology* Calon Guru Kimia

Menurut penelitian Sudrajat (2017) dan Ratnawati, Rahayu dan Sri (2010) terkait *view of nature of science and technology* (VNOST) calon guru kimia kebanyakan mahasiswa memiliki pandangan bahwa sains adalah studi tentang ilmu alam seperti kimia, fisika dan biologi, suatu eksperimen dan kajian fenomena ilmu pasti. Pada kenyataannya hakikat dari sains lebih dari itu sains merupakan suatu kesatuan antara produk, proses dan sikap. Aspek-aspek hakikat sains terdiri tiga aspek yaitu sains sebagai produk, sains sebagai proses, sains sebagai sikap ilmiah. Sains sebagai produk merupakan makna alam dan berbagai fenomena/perilaku/karakteristik yang dikemas menjadi sekumpulan teori dan konsep, hukum, dan prinsip. Sains sebagai produk juga menjabarkan karakteristik-karakteristik ilmu pengetahuan dan sifat-sifat dasar dalam perolehan ilmu pengetahuan dan aplikasinya dalam teknologi. Sains sebagai proses adalah proses memperoleh ilmu pengetahuan. Sebagaimana diketahui kimia yang merupakan bagian dari sains diperoleh melalui metode ilmiah. Sains sebagai sikap ilmiah adalah penanaman sikap-sikap dalam diri peserta didik (ilmuan) ketika melaksanakan proses metode ilmiah (penyelidikan) dan proses pembelajaran sains (McLelland, 2006; Tursinawati, 2017)

Prinsip-prinsip NOST dan pengetahuan diharapkan dapat mengatasi tantangan menghadapi dan memecahkan masalah dunia nyata. Pandangan calon guru kimia tersebut tidak dapat dihindari karena pada saat ini umumnya pelajaran sains terutama kimia hanya sebatas melakukan percobaan untuk menguji hipotesis bukan untuk merekayasa solusi untuk masalah dunia nyata. Sebagai contoh, percobaan kimia terkait materi elektrolisis, dimana peserta didik sebagian besar hanya membuktikan reaksi yang terjadi di anoda dan katoda, menghafalkan potensial dari E^0 suatu elektroda tanpa terlibat lebih jauh terkait prinsip elektrokimia yang dapat dijadikan suatu pemecahan masalah atau rekayasa produk dalam kehidupan nyata (Huri & Karpudewan, 2019).

Selain itu banyak pandangan menyatakan bahwa teknologi dalam hal komputer dan media digital dan desain digital, inovasi, *games* atau suatu peralatan yang canggih, namun pada kenyataannya pandangan ini harus diluruskan karena teknologi merupakan sebagai inovasi atau perangkat apa pun dibuat oleh manusia untuk tujuan memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. Sendok, kursi atau pipet merupakan contoh dari teknologi (Anne Jolly, 2017).

Menurut hasil penelitian Mudzakir, Hernani dan Sudrajat (2018) dapat ditemukan bahwa sebagian besar mahasiswa calon guru kimia menyadari bahwa sains dan teknologi sesuatu hal yang berbeda. Sebagian besar dari mereka

mengklaim bahwa teknologi adalah implementasi sains yang memiliki hubungan dua arah dengan sains, namun belum secara komprehensif memahami konsep dasar dari sains itu sendiri dan sebagian besar dari calon guru tersebut tidak dapat menghubungkan konsep dasar sains dengan konteks tertentu dalam kehidupan terutama dalam teknologi sederhana. Pandangan terbatas ini muncul karena proses pembiasaan yang terjadi selama proses pembelajaran.

Melalui STEM ini, calon guru kimia tidak hanya diberi materi sebagai bekal kebenaran suatu konsep namun dituntun menjadi pemecah masalah, penemu, innovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi. Pendidikan STEM menerapkan pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang sengaja menempatkan penyelidikan ilmiah dan penerapan matematika dalam konteks merancang teknologi sebagai bentuk pemecahan masalah. Penyelidikan ilmiah jarang terjadi dalam pendidikan teknologi dan kegiatan mendesain teknologi jarang terjadi di kelas sains. Tetapi di dalam kehidupan sehari-hari, desain dan penyelidikan ilmiah secara rutin diaplikasikan secara bersamaan sebagai teknis solusi untuk masalah dunia nyata (Sanders, 2009). Dalam pendidikan STEM di kelas, peserta didik benar-benar menciptakan teknologi saat mereka membuat produk atau prototipe untuk menyelesaikan masalah di sekitar lingkungan mereka terkait kehidupan sehari-hari. Melalui STEM, peserta didik belajar bagaimana menggunakan teknologi, mengenali cara yang baru, teknologi dikembangkan, atau menganalisis bagaimana teknologi lama melalui proses inovasi menjadi sesuatu hal yang lebih banyak menyimpan nilai guna, efisien atau ramah lingkungan.

Salah satu yang dapat diterapkan dalam mata kuliah kimia lingkungan menurut Farwati (2018) pendidikan STEM dalam mata kuliah kimia lingkungan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL-STEM) membantu mahasiswa mendesain pemecahan masalah lingkungan berdasarkan bukti, hasil identifikasi, analisis, dan evaluasi terhadap masalah yang dibahas secara berkelompok. Setiap kelompok mencari sumber referensi dalam mendesain pemecahan masalah lingkungan tersebut. Menggagas suatu cara dalam mengatasi masalah lingkungan yang dibahas oleh setiap kelompok dalam bentuk (desain/prototipe). Desain/prototipe tersebut menjadi produk akhir dari perkuliahan Kimia Lingkungan berbasis PBL-STEM. PBL-STEM memiliki kemampuan untuk menantang kompetensi peserta didik serta memberikan kepuasan untuk menemukan pengetahuan baru dari suatu pemecahan masalah, membantu dalam mentransfer pengetahuan peserta didik untuk memahami masalah dunia nyata, memudahkan peserta didik dalam menguasai konsep-konsep yang dipelajari guna memecahkan masalah dunia nyata (Asghar dkk., 2012; Capraro & Slough, 2013; LaForce, Noble, & Blackwell, 2017).

Selain dari PBL-STEM penggunaan model *Project Based Learning* (PjBL-STEM) juga memiliki potensi mampu menuntun mahasiswa menyelesaikan masalah yang diberikan dan lebih menekankan pada produk yang dihasilkan (Furi, Handayani, & Maharani, 2018; Jauhariyyah, Suwono, & Ibrohim, 2017; Tseng, Chang, Lou, & Chen, 2013). Produk yang dihasilkan dapat berupa ide/gagasan atau pun perangkat yang dapat dilihat. Produk yang dihasilkan dari penggunaan PjBL dalam pembelajaran sains dapat menjadi kontribusi siswa terhadap peningkatan

kualitas kehidupan. Dalam pembuatan produk ini, siswa dapat memanfaatkan IPTEK sehingga dengan ini siswa secara tidak langsung memahami fungsi dan manfaat IPTEK itu sendiri terhadap kebaikan untuk lingkungan (Permanasari, 2016).

Selain dari mata kuliah kimia lingkungan, beberapa mata kuliah di dalam pendidikan kimia yang memiliki potensi untuk membangun VNST calon guru kimia melalui pendekatan pendidikan STEM seperti mata kuliah kimia dasar yang merupakan penguatan dasar atas prinsip-prinsip dasar dari kimia mahasiswa calon guru kimia, atau mata kuliah aplikatif seperti; kimia pangan, kimia bahan alam, desain eksperimen kimia yang dapat membantu mahasiswa calon guru kimia untuk lebih tertantang berpikir, menumbuhkan sikap *scientist*, serta memiliki kompetensi abad-21 melalui pendekatan STEM yang dekat dengan aplikasi kimia pada dunia nyata.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Fenomena terkait rendahnya literasi sains Indonesia menunjukkan bahwa masih perlunya dunia pendidikan di Indonesia memperbaiki dan berbenah untuk dapat mengikuti persaingan pada abad-21. Perguruan tinggi diharapkan menjadi sarana utama untuk menghasilkan calon-calon guru sains (kimia) yang memiliki kompetensi sesuai dengan perkembangan zaman serta paham hakikat sains dan teknologi (VNST) sehingga dapat memudahkan dalam proses membimbing siswa untuk mampu memiliki kompetensi dalam perdebatan logis mengenai sains dan teknologi, menjelaskan suatu fenomena secara ilmiah, mengevaluasi, dan merancang pertanyaan-pertanyaan ilmiah dan produk sains, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah sehingga dapat berinovasi menciptakan sesuatu produk yang dapat menjadi manfaat dan penemuan masalah di dunia nyata sebagaimana standar acuan kompetensi PISA terkait konten sains, proses sains dan konteks aplikasi sains.

Saran

Pendidikan STEM menjadi potensi untuk membangun VNST calon guru kimia, untuk itu perlu dilakukan lebih lanjut terkait implementasi pendidikan STEM untuk membangun *view nature of science and technology* calon guru kimia di dalam proses pembelajaran perkuliahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El-khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Anne Jolly. (2017). *STEM by design : strategies and activities for grades 4–8* (First Edit). Riutledge.

- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 11-22
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education*. National Science Teacher : Association Press.
- Bybee, R. W., Buchwald, C. E., Crissman, S., Heil, D. R., Kuerbis, P. J., Matsumoto, C., & McInerney, J. D. (1989). Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction. *The National Center for Improving Science Education*.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? an Introduction to STEM Project-Based Learning. *STEM Project-Based Learning*, 2(1), 1–5.
- Clough, M. P., Olson, J. K., & Nideshauser, D. S. (2013). *The Nature of Technology - Implication for Learning and Teaching*. Sense Publisher.
- DiCerbo, K. (2014). Assessment and teaching of 21st century skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 21(4), 502–505.
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. (2018). Integrasi Problem Based Learning dalam STEM education berorientasi pada aktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas. *Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 1(1), 198–206.
- Firman, H. (2007). *Laporan Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional Tahun 2006*.
- Furi, L. M. I., Handayani, S., & Maharani, S. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Project Based Learning Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreativitas Siswa Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 49-60.
- Gardner, P. L. (1999). The representation of science-technology relationships in canadian physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 21(3), 329–347.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288.
- Huri, N. H. D., & Karpudewan, M. (2019). Evaluating the effectiveness of Integrated STEM-lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), 495–508.
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science , Technology , Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2, 432–436.
- Kemendikbud. (2018). Programme for International Student Assessment (PISA). In *Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan*.

- Kusuma, D. C., Mudzakir, A., & Widhiyanti, T. (2019). Pre-service chemistry teachers' VNST and their conceptions about the context of OLED and related chemistry contents. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4).
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92.
- McLelland, C. (2006). Nature of science and the scientific method. In *The Geological Society of America* (pp. 1–11).
- Mudzakir, A., Hernani, Widhiyanti, T., & Sudrajat, D. P. (2017). Contribution from philosophy of chemistry to chemistry education: In a case of ionic liquids as technochemistry. *AIP Conference Proceedings*, 1868.
- Mudzakir, A., Hernani, H., Widhiyanti, T., & Sudrajat, D. P. (2018). Pre-service Chemistry Teachers' View of Technochemistry and Their Pre-Conceptions about Ionic Liquids as a Case. *2nd Asian Education Symposium (AES 2017)*, Aes, 1(9), 117–124.
- OECD. (2019). PISA 2018 insights and interpretations. In *OECD Publishing*.
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 2016–2023.
- Postman, N. (1995). *The End of Education*. Vintage Books.
- Ratnawati, E., Rahayu, S., & Prayitno. (2010). Pemahaman Hakikat Sains (NOS) Mahasiswa Tahun Ketiga Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang. *Universitas Negeri Malang*, 2006,2(1), 1–15.
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M., & Ferreira, C. A. (2017). Conceptions of the Nature of Science and Technology: a Study with Children and Youths in a Non-Formal Science and Technology Education Setting. *Research in Science Education*, 47(1), 1–36.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sudrajat, D. P., Mudzakir, A., & Hernani. (2017). Pre-service chemistry teacher's 4th semester and 6th semester view nature of science and technology. *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE 2017)*, 1(122), 783–788.
- Tairab, H. H. (2001). How do pre-service and in-service science teachers view the nature of science and technology? *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 235–250.
- Tala, S. (2009). Unified view of science and technology for education: Technoscience and technoscience education. *Science and Education*, 18(3–4), 275–298.

- Tala, S., & Vesterinen, V., M.. (2015). Nature of science contextualized: studying nature of science with scientists. *Science and Education*, 24(4), 435–457.
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2019). Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(37), 244–249.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102.
- Tursinawati. (2017). Penguasaan Konsep Hakikat Sains Dalam Pelaksanaan Percobaan Pada Pembelajaran Ipa Di Sdn Kota Banda Aceh. *Jurnal Pesona Dasar*, 2(4), 72–84.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & H, S. K. (2016). STEM: apa, mengapa, dan bagaimana. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 1 (122), 976–984.